






## Clearance control system

**Patent number:** DE3909606  
**Publication date:** 1989-10-26  
**Inventor:** DAVISON SAMUEL HENRY (US); MACGREEHAN WILLIAM FRANCIS (US)  
**Applicant:** GEN ELECTRIC (US)  
**Classification:**  
- **international:** F01D5/18; F01D11/00; F02C3/04; F02C7/08; F02C7/18; F02K3/06  
- **european:** F01D11/24  
**Application number:** DE19893909606 19890323  
**Priority number(s):** US19880178721 19880407

**Also published as:**

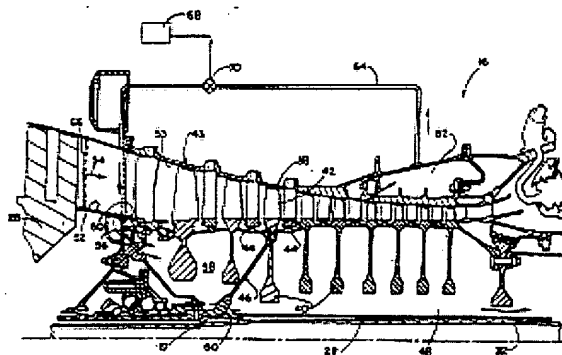
 US4893984 (A1)  
 JP1315625 (A)  
 GB2217785 (A)  
 FR2629868 (A1)  
 IT1229146 (B)

**Report a data error here**

Abstract not available for DE3909606

Abstract of corresponding document: **US4893984**

A system for controlling rotor blade tip clearances in a gas turbine engine supplies both heating air and cooling air to the rotor bore. The heating air flow is controlled by a valve and the cooling air flow is not controlled.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

①⑨ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

①⑫ Offenlegungsschrift  
①⑪ DE 3909606 A1

②① Aktenzeichen: P 39 09 606.8  
②② Anmeldetag: 23. 3. 89  
②③ Offenlegungstag: 26. 10. 89

⑤① Int. Cl. 4:  
F01D 5/18

F01D 11/00  
F02C 7/08  
F02C 7/18  
F02K 3/06  
F02C 3/04

DE 3909606 A1

③⑩ Unionspriorität: ③② ③③ ③①  
07.04.88 US 178721

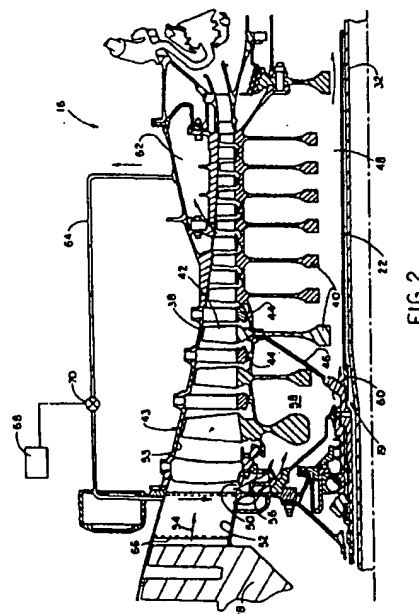
⑦① Anmelder:  
General Electric Co., Schenectady, N.Y., US

⑦④ Vertreter:  
Schüler, H., Dipl.-Chem. Dr.rer.nat., Pat.-Anw., 6000  
Frankfurt

⑦② Erfinder:  
Davison, Samuel Henry, Milford, Ohio, US;  
MacGreehan, William Francis, Westchester, Ohio,  
US

⑤④ Spaltsteueranordnung

Spaltsteueranordnung zum Steuern von Spalten, die an den Enden von Rotorscheufeln (42) in einem Gasturbinen-triebwerk gebildet werden. Die Anordnung umfaßt Einrichtungen (62, 64, 66, 70) zum Zuführen von Heizluft und Einrichtungen (28, 50, 56, 58, 60) zum Zuführen von Kühlluft zur Rotorbohrung (48). Ein Ventil (70) steuert den Strom der Heizluft.



DE 3909606 A1

## Beschreibung

Die vorliegende Erfindung betrifft eine verbesserte Anordnung zum Steuern der Spalte in einem Gasturbinentriebwerk bzw. einer Turbomaschine durch selektive Erwärmung oder Kühlung des Triebwerksrotors bzw. Maschinenrotors.

Die vorliegende Anmeldung hat Bezug zur gleichzeitig erfolgenden Anmeldung, die auf die Auslandsanmeldung mit der Seriennummer 13DV-9473 zurückgeht, die gleichzeitig mit der Auslandsanmeldung der vorliegenden Erfindung eingereicht worden ist.

Gasturbinentriebwerke umfassen typischerweise ein Kerntriebwerk, das die eigentliche Kernantriebsmaschine darstellt, mit einem Verdichter zum Zuführen verdichteter, in das Kerntriebwerk eintretender Luft, eine Verbrennungskammer, in der Brennstoff mit der verdichteten Luft gemischt wird und darauffolgend abgebrannt wird, um einen hochenergetischen Gasstrom zu erzeugen, und eine erste Turbine, die Energie aus dem Gasstrom zum Antreiben des Verdichters extrahiert. In Luftfahrzeug-Turbofantriebwerken, d. h. Zweikreis-triebwerken, extrahiert eine zweite Turbine oder Niederdruckturbine, die auf der Abwärtsstromseite, d. h. Ausgangsseite, vom Kerntriebwerk gelegen ist, mehr Energie aus dem Gasstrom zum Antreiben eines Bläfers oder Gebläseleitrads. Der Bläser liefert die hauptsächliche Vortriebsleistung, d. h. den Schub, der vom Triebwerk erzeugt wird.

Die rotierenden Triebwerkskomponenten der Turbine und des Verdichters schließen eine Anzahl von an einer Scheibe befestigten Schaufeln ein, die von einer stationären Ummantelung umgeben sind. Um den Wirkungsgrad, d. h. die Leistungsfähigkeit des Triebwerks aufrecht zu erhalten, ist anzustreben, den Zwischenraum oder Spalt zwischen den Schaufelenden und der Ummantelung auf einem Minimum zu halten. Wäre das Triebwerk oder die Maschine nur unter Dauerbetriebszustandsbedingungen zu betreiben, so wären Schaffung und Aufrechterhaltung eines schmalen, kleinen Spalts ziemlich einfach. Jedoch impliziert der normale Betrieb von Luftfahrzeuggasturbinentriebwerken verschiedenste, zahlreiche vorübergehend auftretende Bedingungen, die Änderungen in der Rotorgeschwindigkeit und -temperatur mit sich bringen können. So sind beispielsweise während des Starts beim Abheben die Rotorgeschwindigkeit und Temperatur hoch, was bedeutet, daß eine entsprechend große radiale Ausdehnung der Schaufeln und Scheibe vorliegt. In entsprechender Weise tritt während Abnahme der Triebwerksrotorgeschwindigkeit und Temperatur eine Verminderung der radialen Ausdehnung der Schaufeln und Scheibe auf. Die stationäre Ummantelung dehnt sich ansprechend auf Änderungen der Temperatur ebenfalls aus oder zieht sich zusammen.

Es ist schwierig, eine passive Anordnung so auszulegen, daß in der Anordnung die Schaufeln und die Scheibe sich mit derselben Rate wie die Ummantelung radial nach außen bewegen, um einen gleichbleibenden Spalt zwischen Schaufeln und Ummantelung aufrecht zu erhalten. Dies ist teilweise der Fall, weil sich der Rotor beinahe sofort ansprechend auf Änderungen der Rotorgeschwindigkeit elastisch ausdehnt, wohingegen keine entsprechende Ummantelungsausdehnung auftritt. Außerdem liegt ein Unterschied in der Rate der thermisch hervorgerufenen Ausdehnung zwischen Ummantelung und Rotor vor. Typischerweise ist die thermische Ausdehnung der Rotorschaukeln gegenüber der elastischen

Ausdehnung verzögert, und die thermische Ausdehnung der Ummantelung ist wiederum gegenüber der thermischen Schaufelausdehnung verzögert, wobei die thermische Ausdehnung der Scheibe das langsamste Ansprechverhalten von allen zeigt.

In der Vergangenheit wurden verschiedene aktive Anordnungen verwendet, um die relative Ausdehnung von Ummantelung und Rotor zu steuern und auf diese Weise den Spalt zu steuern, wobei beispielsweise die Leitschaufeln- oder Leitraddummantelung erwärmt und/oder gekühlt wurde, wie in der US-PS 42 30 436 von Davison offenbart ist.

Ein weiterer Vorschlag zum Steuern von Spalten in einem Verdichter durch selektives Erwärmen dessen Rotors ist in der US-PS 45 76 547 von Weiner beschrieben. Die dort erläuterte Anordnung zeigt zwei Quellen für Verdichterluft von jeweils relativ hohem Druck für verschiedene Temperaturen, wobei selektiv die Luft einer Quelle in die Rotorbohrung an einer mittleren Stufenstation des Verdichters eingelassen wird. Die Steuerung von Spalten durch kontinuierliche Kühlung eines Rotors ist ferner in der US-PS 36 47 313 von Koff beschrieben.

Durch die Erfindung soll eine neue und verbesserte Anordnung zum Steuern der Temperatur des Rotors einer Turbomaschine angegeben werden.

Ferner soll eine Anordnung zum Steuern der Spalte in einer Turbomaschine durch Erwärmen oder Kühlen des darin enthaltenen Rotors angegeben werden.

Darüber hinaus soll durch die Erfindung eine vereinfachte Anordnung zum Kühlen und Erwärmen des Rotors eines Gasturbinentriebwerks angegeben werden.

Weiterhin soll durch die Erfindung eine neue und verbesserte Spaltsteueranordnung für den Verdichter eines Gasturbinentriebwerks angegeben werden, welche Anordnung den Verdichterroter mit einem minimalen Verlust des Wirkungsgrads des Triebwerkzyklus erwärmt oder kühlt.

Durch die Erfindung wird eine Anordnung zum Steuern der Temperatur eines Rotors einer Turbomaschine angegeben. Die Anordnung umfaßt Einrichtungen zum Zuführen eines Kühlfluids zum Rotor und Einrichtungen zum Zuführen eines Heizfluids zum Rotor sowie Einrichtungen, die ausschließlich den Strom des Heizfluids steuern.

Im folgenden wird die Erfindung an Hand der Zeichnungen näher erläutert. Es zeigt

Fig. 1 eine schematische Querschnittsansicht eines Gasturbinentriebwerks mit einer erfindungsgemäßen Steueranordnung;

Fig. 2 eine schematische Querschnittsansicht des Hochdruckverdichters des Getriebes aus Fig. 1, welche ein Ausführungsbeispiel für die erfindungsgemäße Anordnung darstellt;

Fig. 3 eine schematische Querschnittsansicht der Hochdruckturbine des Triebwerks aus Fig. 1, die gemeinsam mit dem Hochdruckverdichter aus Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung verdeutlicht.

Die Fig. 1 zeigt ein Gasturbinentriebwerk 10 mit einem Kerntriebwerk 12, d. h. der eigentlichen Kernantriebsmaschine, und einem Niederdrucksystem 14. Das Kerntriebwerk 12 weist eine axialsymmetrische Strömung, einen Hochdruckverdichter 16, einen Combuster, d. h. eine Turbinenverbrennungskammer 18 und eine Hochdruckturbine 20 strömungsmäßig seriell zueinander angeordnet auf. Der Verdichter 16 und die Turbine 20 weisen Rotorabschnitte auf, die durch eine erste Wel-

le 22 verbunden sind und gemeinsam um die Triebwerksmitte 24, die gestrichelt eingezeichnet ist, rotieren. Gemeinsam mit der Welle 22 bilden diese Rotorabschnitte mit den übrigen rotierenden Elementen des Kerntriebwerks 12 den Turbinenrotor 19.

Das Niederdrucksystem 14 umfaßt ein Gebläseleitrad der Turbine, den sogenannten Bläser oder Fan 26, einen Axialboosterverdichter, d. h. Zusatzschubverdichter 28 und eine Niederdruckturbine 30. Wie aus der Fig. 1 hervorgeht, sind der Bläser 26 und der Verdichter 28 vor dem Kerntriebwerk 12 angeordnet, und die Niederdruckturbine 30 ist hinter dem Kerntriebwerk 12 angeordnet. Die Rotorabschnitte der Niederdrucksystemkomponenten sind durch eine zweite Welle 32 verbunden, die um die Triebwerksmitte 24 rotiert.

Luft, die in das Kerntriebwerk 12 eintritt, durchquert zunächst den radial inneren Abschnitt des Bläfers 26 und den Boosterverdichter 28, in welchem sie komprimiert wird, wodurch ihr Druck und ihre Temperatur erhöht werden. Die Luft wird ferner bei ihrer Bewegung durch den Hochdruckverdichter 16 weiter komprimiert. Die Luft wird daraufhin in der Verbrennungskammer 18 mit Treibstoff gemischt und abgebrannt, um einen hochenergetischen Gasstrom zu bilden. Dieser Gasstrom wird durch die Hochdruckturbine 20 expandiert, in welcher Energie zum Antrieb des Verdichters 16 extrahiert wird. Durch die Niederdruckturbine 30 wird mehr Energie zum Antreiben des Bläfers 26 und Boosterverdichters 28 extrahiert. Das Triebwerk 10 erzeugt die Vortriebsleistung, d. h. den Schub durch die Bläserluft, die aus der Bläserleitung bzw. dem Bläserkanal 34 austritt, und durch die Gase, die aus der Kerndüse 36 hinter der Niederdruckturbine 30 austreten.

Der in Fig. 2 detailliert dargestellte Hochdruckverdichter 16 weist mehrere Scheiben 40 auf. Jede Scheibe 40 trägt mehrere auf dem Umfang beabstandet angeordnete Verdichterschaukeln 42, die eine einzelne Verdichterstufe definieren. Die verschiedenen Stufen sind miteinander über Teile 44 und mit der röhrenartigen Welle 22 über eine Konus- oder vorwärtsgerichtete, vordere Stütz- oder Halterungs-Konstruktion 46 verbunden. Diese Elemente des Rotors 19 definieren zwischen der Welle 22 und den Verbindungsteilen 44 eine Rotorbohrung 48 (rotor bore), mit der der durch den Rotorinnendurchmesser definierte Kanal umfaßt wird.

Die in Fig. 3 dargestellte Hochdruckturbine 20 umfaßt eine Scheibe 80, die mehrere auf dem Umfang beabstandet angeordnete Turbinenschaufeln 82 trägt. Die Scheibe 80 ist mit den Verdichterstufen über Teile 45 verbunden und mit der Welle 22 über eine hintere Stütz- oder Halterungskonstruktion 84.

Sämtliche rotierenden Komponenten des Triebwerks 10 sind an ihren radial äußeren Enden von einer stationären Schirmblechkonstruktion, dem sogenannten Deckband (Shroud) umgeben. Zum Beispiel ist der in Fig. 2 gezeigte Hochdruckverdichter 16 von einer Umarmung 38 umgeben.

Die vorliegende Erfindung besteht in einer Anordnung zur Aufrechterhaltung eines angestrebten Spaltes zwischen den rotierenden Schaufeln und einer Umarmung um diese Schaufeln durch Steuerung der Temperatur der Scheiben, die die Schaufeln tragen. Zusammenfassend und verallgemeinert enthält die erfindungsgemäße Anordnung Einrichtungen zum Zuführen eines Kühlfluids zum Rotor, Einrichtungen zum Zuführen eines Heizfluids zum Rotor und Einrichtungen zur Steuerung lediglich der Strömung des Heizfluids.

Im Ausführungsbeispiel der Erfindung aus den Fig. 2

und 3 wird Kühlfluid vom Boosterverdichter 28 zugeführt. Die Einrichtung zum Zuführen dieser Hilfs-, Zusatz- oder Boosterluft umfaßt einen Schlitz oder Spalt 50, einen Druckluftverteiler (Manifold) 56, eine gemeinsame Mischkammer 58 und Bohrungen oder Löcher 60. Der Schlitz 50 stellt eine bevorzugte Form einer Öffnung dar, durch die Boosterzusatz- oder -anzapfluft geliefert wird. Der Schlitz 50 ist in der radial inneren Wand 52 des ringförmigen Strömungswegs 54 an einer Stelle hinter dem Boosterverdichter 28 und vor dem Hochdruckverdichter 16 vorgesehen. Boosterluft zum Kühlen des Rotors 19 wird kontinuierlich durch den Schlitz 50 geblasen. Die Luft wird im Verteiler 56 (der vorzugsweise eine weniger als 360°-Konstruktion ist, jedoch auch in einigen Ausführungen eine 360°-Konstruktion sein kann oder auch mehrere diskrete Verteiler umfassen kann) gesammelt, aus dem die Luft in die gemeinsame Mischkammer 58 austritt. Die Mischkammer 58 ist vor der Halterungskonstruktion 46 und am vorderen, dem Verdichter 28 zugewandten Ende des Rotors 19 ausgebildet. Die Kammer 58 ist fluidmäßig mit der Rotorbohrung 48 durch mehrere Bohrungen oder Löcher 60 in der vorderen Halterungskonstruktion 46 verbunden.

Im in den Fig. 2 und 3 dargestellten Ausführungsbeispiel ist das Heizfluid Verdichterluft, die von einer Zwischenstufe des Hochdruckverdichters 16 entnommen wird. Durch die Zufuhr von Luft von einer Stelle hinter der ersten stromaufwärts gelegenen (d. h. auf der Eintrittsseite gelegenen) Hochdruckverdichterstufe 43 kann Luft mit höherer Temperatur gewonnen werden. Die Einrichtung zum Zuführen dieser Verdichterluft schließt einen Druckluftverteiler 62, eine Röhre 64, eine Strebe oder auch Stiel oder Bein (Strut) 66, eine gemeinsame Mischkammer 58 und Durchbohrungen 60 ein. Die Luft wird im Anzapf- oder Entnahmeverteiler 62 gesammelt, der bezüglich des Hochdruckverdichters 60 radial außen liegend angeordnet ist. Die Röhre 64 erstreckt sich außen bezüglich der radialen äußeren Wandung 53 des Strömungswegs 64 und verbindet den Anzapfverteiler 62 mit der Strebe 66, die zwischen dem Boosterverdichter 28 und dem Hochdruckverdichter 16 liegt. Bei Aktivierung fließt Verdichterluft vom Verteiler 62 durch die Röhre 64 und die hohle Strebe 66 und die gemeinsame Mischkammer 58.

Eine Einrichtung zum Steuern der Strömung von Verdichterluft oder Kompressorluft schließt eine logische Steuereinrichtung 68 und ein Ventil 70 ein, das innerhalb der Röhre 64 angeordnet ist. Das Ventil 70 ist zur Erleichterung des Zusammenbaus, der Betätigung und Wartung bezüglich des Getriebegehäuses radial außen angeordnet.

Die Erfindung umfaßt ferner eine Einrichtung zum Einschränken oder Begrenzen des Luftstroms zum Rotor. Gemäß einer bevorzugten Ausführung der Erfindung umfaßt diese Einschränkungseinrichtung eine feste Ausströmöffnung oder Ausströmöffnungen in Form von Dosierdurchbohrungen oder -öffnungen 86 in der hinteren Halterungskonstruktion 84.

Im Betrieb wird Boosterluft in die Rotorbohrung 48 durch den Schlitz 50, den Verteiler 56, die Mischkammer 58 und die Öffnungen 60 vom Strömungsweg 54 eingelassen. Die Luft fließt nach hinten und tritt aus der Bohrung 48 durch die Dosieröffnungen 86 aus. Im dargestellten Ausführungsbeispiel wird die so ausgeströmte Luft durch den Bohrungshohlraum 88 der Niederdruckturbine geführt, bevor die Luft wieder durch einen Schlitz 90 in den Gasströmungsweg eintritt. Die Luft

strömt kontinuierlich, und es ist kein Ventil zur Steuerung ihrer Strömung vorgesehen. Das Vorliegen dieses Basislinienkühlstroms minimiert die thermische Rotorausdehnung bei Maximalausdehnungsbedingungen. Die Nichtverwendung eines Ventils erhöht zudem die Zuverlässigkeit des Systems und stellt sicher, daß Luft während sämtlicher Getriebebetriebsbedingungen in den Bohrungshohlraum strömt, wodurch die Luft frei von unerwünschten Dämpfen gehalten wird. Da ferner die Luft bezüglich des Strömungspfade 54 intern abgelassen und entlüftet wird, ist keine externe Rohrleitung erforderlich.

Das einzige erforderliche Ventil in der Erfindung ist das Ventil 70, das lediglich Strom der Hochdruckluft steuert. Ist das Ventil 70 geschlossen, so erreicht keine Heizluft die Bohrung 48, sondern nur relativ kühle Boosterluft. Wenn das Ventil 70 teilweise geöffnet ist und Verdichterluft durch die Röhre 64 strömt, vermischen sich Boosterluft und Verdichterluft in der Kammer 58 und bilden eine Luftmischung, die durch die Öffnungen 60 in die Bohrung 48 strömt. Die Dosieröffnungen 86 in der hinteren Halterungskonstruktion 86 sind derart dimensioniert, daß die Strömung durch diese Öffnungen dosiert ist, d. h., daß bei den vorgegebenen Betriebsbedingungen die Größe dieser Durchströmöffnung die Strömungsrate einstellt. Dies bedeutet, daß der Anteil der Boosterluft in der Luftmischung vermindert wird, wenn der Strom von Verdichterluft erhöht ist. Mit anderen Worten wird die Strömung der Boosterluft abnehmen, wenn die Strömung, d. h. der Strömungsdurchsatz, der Verdichterluft ansteigt. Infolgedessen hat die "Steuerung" der Verdichterluftströmung durch das Ventil 70 einen Effekt auf den Anteil an Verdichterluft, der die Bohrung 48 erreicht. Es ist jedoch die Dimensionierung der Öffnungen 86, die die maximale Strömung der Boosterluft durch diese Öffnungen bestimmt. Infolgedessen beziehen sich die Ausdrücke "Steuern" und "Steuerung" nur auf den unmittelbaren Effekt auf einen Stromfluß oder Stromstrahl, wie er durch das Ventil 70 über eine mechanische Herabsetzung des Strömungspfadquerschnitts bezüglich der Verdichterluft hervorgerufen wird. Diese Ausdrücke der Steuerung beziehen sich nicht auf irgendeinen sekundären Effekt wie die Verminderung der Strömung der Boosterluft in die Bohrung 48 infolge eines Anwachsens der Verdichterluftströmung.

Wie erläutert, sind die Öffnungen 86 so dimensioniert, daß die Strömung durch sie dosiert wird. Als alternative Maßnahme zur Beschränkung der Strömung bzw. des Strömungsdurchsatzes ist es auch möglich, durch Einstellung der Abmessungen der Öffnungen 86 in der hinteren Halterungskonstruktion 84 und der Öffnungen 60 in der vorderen Halterungskonstruktion 46 dafür zu sorgen, daß die Öffnungen 60 die Strömung dosieren. Es ist auch möglich, die Systemkomponenten derart zu bemessen und größtmäßig vorzugeben, daß die Strömung auch an anderen Stellen dosiert wird, wobei beispielsweise der Ringraum 90 zwischen der Hochdruckturbinenscheibe 80 und der Welle 22 herangezogen werden kann. Ein Vorteil des bevorzugten, dargestellten Ausführungsbeispiels besteht darin, daß durch die Lage der Dosierstelle am hinteren Ende der Rotorbohrung 48 der Druck in die Bohrung 48 erhöht wird, wodurch eine verbesserte Wärmeübertragung mit den Scheiben 40 erzielt wird.

Verschiedenste Steuerparameter und -logische Funktionen können zur Steuerung der Einstellung des Ventils 70 angewandt werden. So können die Steuerparameter

beispielsweise ausgewählte Getriebebetriebsparameter und/oder Getriebebetriebsbedingungen einschließen. Die Getriebebetriebsparameter können die Getriebe- kerngeschwindigkeit, die Bläsergeschwindigkeit, die Temperaturen oder Drücke an vorbestimmten Getriebe- stellen umfassen. Die Getriebebetriebsbedingungen können z. B. die jeweilige Höhe oder Umgebungstemperatur oder -druck umfassen. In einem bevorzugten Ausführungsbeispiel nimmt die verwendete Logik als Eingangsgröße sowohl die gemessene Höhe als auch die Kerngeschwindigkeit auf. Das Ventil wird bei weniger als 2438 m (8000 Fuß) zur Verhinderung von Reibung zwischen den Schaufelspitzen und Ummantelungen während rapider Änderungen der Getriebe- geschwindigkeit geschlossen gehalten. Über 2438 m wird das Ventil so reguliert, daß es eine größere Strömung bei niedrigeren Getriebe- geschwindigkeiten und geringerer Höhe zuläßt und bei höheren Getriebe- geschwindigkeiten und größerer Höhe weniger Ströme hindurchläßt.

Die erfindungsgemäßen Maßnahmen beeinflussen nicht nur die Spalte oder Zwischenräume im Hochdruckverdichter, sondern auch die in der Hochdruck- turbine und Niederdruckturbine. Im Ausführungsbeispiel in Fig. 3 werden nur die Spalte in den beiden Abwärts- stromstufen der Niederdruckturbine beeinflusst.

Dem Fachmann ist klar, daß die vorliegende Erfindung nicht auf das beschriebene und dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt ist. An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, daß die Dimensionierungen und proportionalen und strukturellen Beziehungen, die in den Zeichnungen dargestellt sind, nur beispielshalber zur besseren Darstellung verwendet wurden und nicht als tatsächliche Abmessungen oder strukturelle Proportionsbeziehungen, die in der vorliegenden Erfindung zu verwenden sind, angesehen werden können.

Zahlreiche Modifikationen, Änderungen sowie vollständige und teilweise äquivalente Lösungen sind möglich, ohne von der Erfindungsidee abzuweichen oder den durch die Ansprüche abgedeckten Schutzzumfang zu verlassen.

#### Patentansprüche

1. Anordnung zum Steuern der Temperatur des Rotors einer Turbomaschine, dadurch gekennzeichnet, daß vorgesehen sind: Einrichtungen (28, 50, 56, 58, 60) zum Zuführen eines Kühlfluids zum Rotor (19); Einrichtungen (62, 64, 66, 67, 70) zum Zuführen von Heizfluid zum Rotor; und Einrichtungen (68, 70), die nur den Strom des Heizfluids steuern.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlfluidzufuhreinrichtungen und die Heizfluidzufuhreinrichtungen eine gemeinsame Mischkammer (58) am vorderen Ende des Rotors (19) aufweisen, in welcher das Kühlfluid und das Heizfluid zu einer Fluidmischung kombiniert werden.
3. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Anordnung ferner eine Einrichtung (86) zum Beschränken des Stroms der Fluidmischung zum Rotor (19) aufweist.
4. Anordnung nach Anspruch 3; dadurch gekennzeichnet, daß die beschränkende Einrichtung eine feste Strömungsöffnung (86) umfaßt, durch die die Fluidmischung strömt.
5. Anordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet,

zeichnet, daß die feste Strömungsöffnung (86) so dimensioniert ist, daß der proportionale Anteil des Kühlfluids in der Fluidmischung herabgesetzt wird, wenn die Strömung des Heizfluids erhöht ist.

6. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Turbomaschine (10) einen vorderen und einen hinteren Axialverdichter (28, 16) aufweist, und daß der Rotor (19) der Rotor des hinteren Verdichters (16) ist und das Kühlfluid Luft umfaßt, die von einer vor dem hinteren Verdichter (16) gelegenen Stelle zugeführt wird.

7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdichter (28, 16) einen im wesentlichen ringförmigen Strömungsweg (54) definieren und daß die Kühlfluidzufuhreinrichtungen eine vor dem hinteren Verdichter gelegene Öffnung (50) in der radial inneren Wand (52) des Strömungsweges aufweisen.

8. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der hintere Axialverdichter (16) eine erste Aufwärtsstromstufe (43) aufweist und daß das Heizfluid Verdichterluft umfaßt, die von einer hinter dieser ersten Stufe gelegenen Stelle zugeführt wird.

9. Anordnung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Heizfluidzufuhreinrichtungen eine Röhre (64) aufweisen, die außerhalb der radial äußeren Wandung (53) des Strömungsweges angeordnet ist; und

daß die Steuereinrichtungen ein Ventil (70) aufweisen, das innerhalb der Röhre angeordnet ist.

10. Anordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlfluidzufuhreinrichtungen und die Heizfluidzufuhreinrichtungen eine gemeinsame Mischkammer (58) am vorderen Ende des Rotors (19) aufweisen; und

daß die Heizfluidzufuhreinrichtungen ferner eine hohle Strebe (66) zwischen dem vorderen und hinteren Verdichter aufweisen, wobei diese Strebe die Röhre (64) und die Mischkammer (58) miteinander verbindet.

11. Turbomaschine, die einen vorderen und hinteren Axialverdichter aufweist, wobei der hintere Verdichter mehrere Stufen umfaßt, die ferner eine Anordnung zum Steuern der Temperatur des Rotors vom hinteren Verdichter aufweist, dadurch gekennzeichnet,

daß Einrichtungen (28, 50, 56, 58, 60) zum Zuführen von Luft zum Kühlen des Rotors (19) von einer vor dem hinteren Verdichter (16) gelegenen Stelle vorgesehen sind;

daß Einrichtungen (62, 64, 66, 70) zum Zuführen von Verdichterluft zum Erwärmen des Rotors von einer hinter der ersten (43) der mehreren Verdichterstufen des hinteren Verdichters gelegenen Stelle aus vorgesehen sind;

daß die Kühl- und Heizluftzufuhreinrichtungen eine gemeinsame Mischkammer (58) am vorderen Ende des Rotors (19) aufweisen, in der die Kuhlluft und die Heizluft zu einer Luftmischung kombiniert werden;

daß Einrichtungen (68, 70) vorgesehen sind, die nur den Strom der Heizluft steuern; und

daß eine feste Strömungsöffnung (86) derart dimensioniert ist, daß der proportionale Anteil der Kuhlluft in der Mischung herabgesetzt wird, wenn

die Strömung der Heizluft erhöht ist.

12. Maschine nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdichter (28, 16) einen im wesentlichen ringförmigen Strömungsweg (54) definieren und daß die Kuhlluftzufuhreinrichtung eine vor dem hinteren Verdichter (16) gelegene Öffnung (50) in der radial inneren Wand (52) des Strömungspfad aufweisen.

13. Gasturbinentriebwerk mit einem Kerntriebwerk und einem Niederdrucksystem, wobei das Kerntriebwerk einen Hochdruckverdichter, eine Verbrennungskammer und eine Hochdruckturbine strömungsmäßig in Serie zueinander angeordnet aufweist, wobei der Hochdruckverdichter und die Hochdruckturbine einen Rotor aufweisen, der eine Welle umfaßt, die den Verdichter und die Turbine verbindet, wobei der Rotor zumindest eine Turbinenscheibe in der Hochdruckturbine und mehrere Verdichterscheiben im Hochdruckverdichter aufweist, wobei jede der Verdichterscheiben mehrere, einzelne Verdichterstufen definierende Verdichterschaukeln umfaßt, wobei der Rotor eine Rotorbohrung zwischen der Welle und den Scheiben und eine vordere, vor dieser Bohrung gelegene Halterungskonstruktion, die die Verdichterscheiben mit der Welle verbindet, und eine hintere, hinter der Bohrung gelegene Halterungskonstruktion aufweist, die die Turbinenscheibe mit der Welle verbindet, wobei das Niederdrucksystem eine Niederdruckturbine, einen Bläser und einen Boosterverdichter aufweist, der mit dem Bläser vor dem Kerngetriebe angeordnet ist und zusammen mit dem Bläser mittels einer zweiten Welle mit der Niederdruckturbine verbunden ist, dadurch gekennzeichnet,

daß eine Anordnung zum Steuern der Temperatur der Scheiben aufweist:

Einrichtungen (28, 50, 56, 58, 60) zum Zuführen von Luft vom Boosterverdichter (28) zur Bohrung (48); Einrichtungen (62, 64, 66, 70) zum Zuführen von Luft vom Hochdruckverdichter (16) zur Bohrung (48); und

Einrichtungen (68, 70), die den Strom der Hochdruckverdichterluft steuern.

14. Triebwerk nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet,

daß die Boosterluftzufuhreinrichtungen und die Verdichterluftzufuhreinrichtungen eine gemeinsame Mischkammer (58) aufweisen, die vor der vorderen Halterungskonstruktion liegt und in der die Boosterluft und die Verdichterluft zu einer Luftmischung kombiniert werden,

daß die Kammer fluidmäßig mit der Rotorbohrung (48) über mehrere Öffnungen (60) in der vorderen Halterungskonstruktion verbunden ist; und

daß die hintere Halterungskonstruktion mehrere durch sie hindurchgehende Dosieröffnungen aufweist, die so dimensioniert sind, daß der proportionale Anteil der Boosterluft in der Luftmischung herabgesetzt wird, wenn die Strömung der Verdichterluft erhöht ist.

15. Triebwerk nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Steuereinrichtungen ein Ventil (70) aufweisen, das auf Triebwerksbetriebsparametern oder -bedingungen anspricht.

16. Triebwerk nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Verdichterluftzufuhreinrichtungen ferner aufweisen:

# BEST AVAILABLE COPY

Nummer:

39 09 606

Int. Cl. 4:

F 01 D 5/18

Anmeldetag:

23. März 1989

Offenlegungstag:

26. Oktober 1989

3909606

78

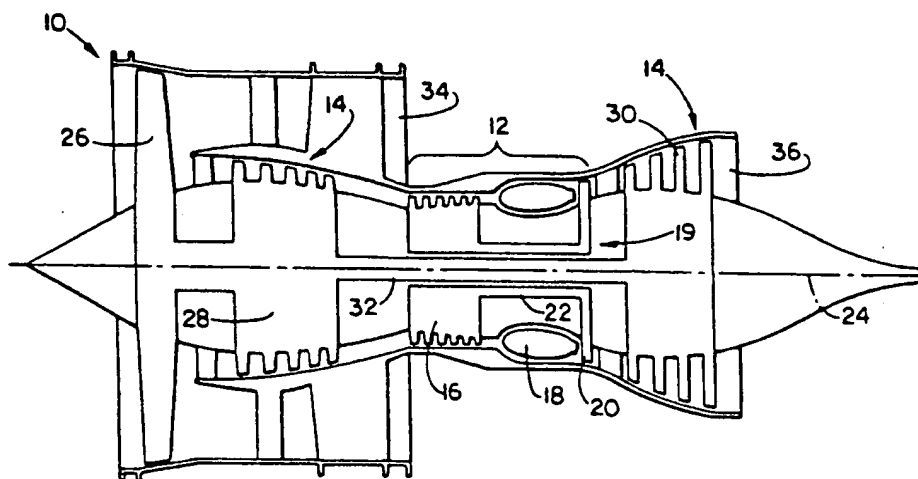


FIG. 1

3909606  
29

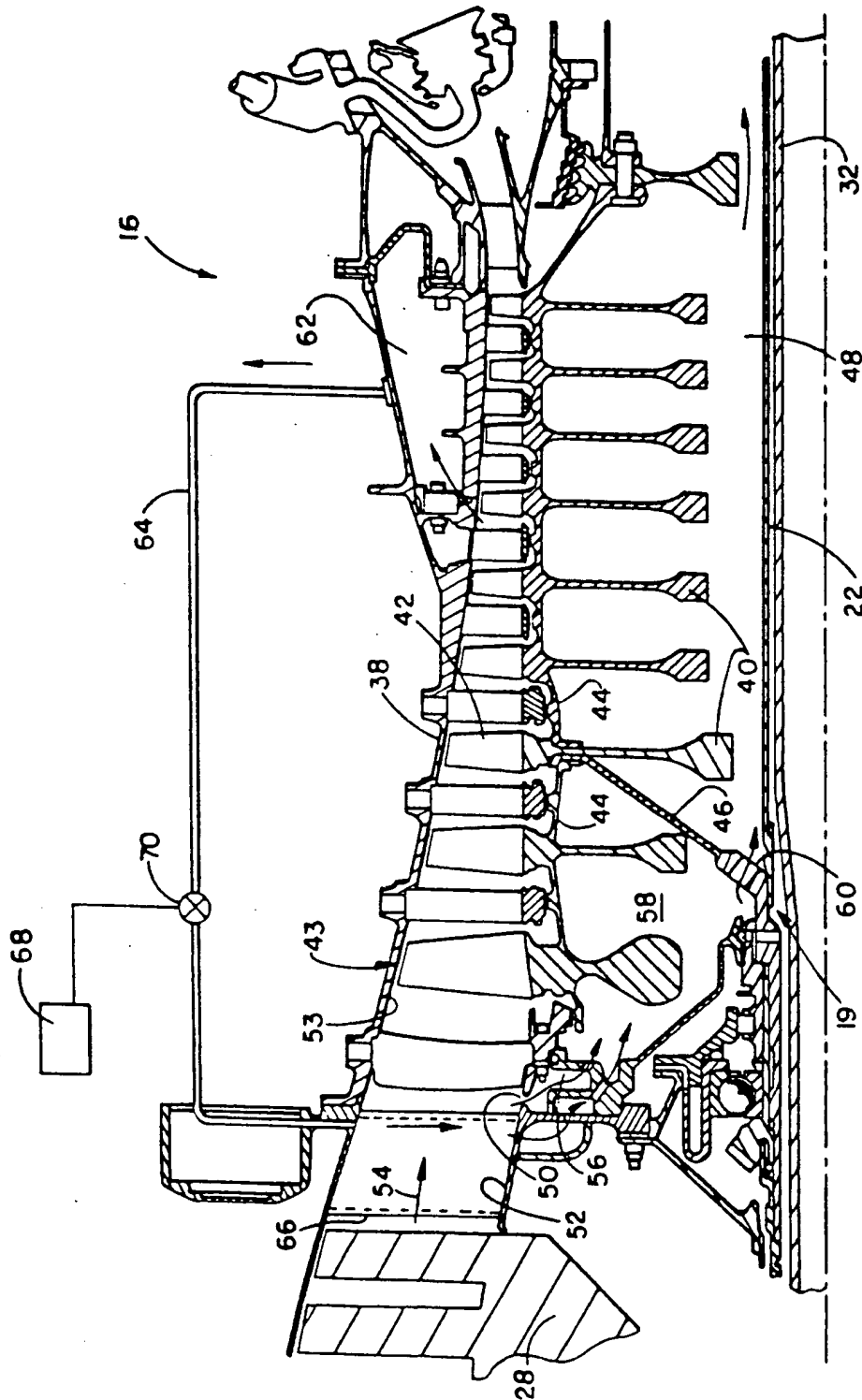


FIG. 2



3909606

20 \*

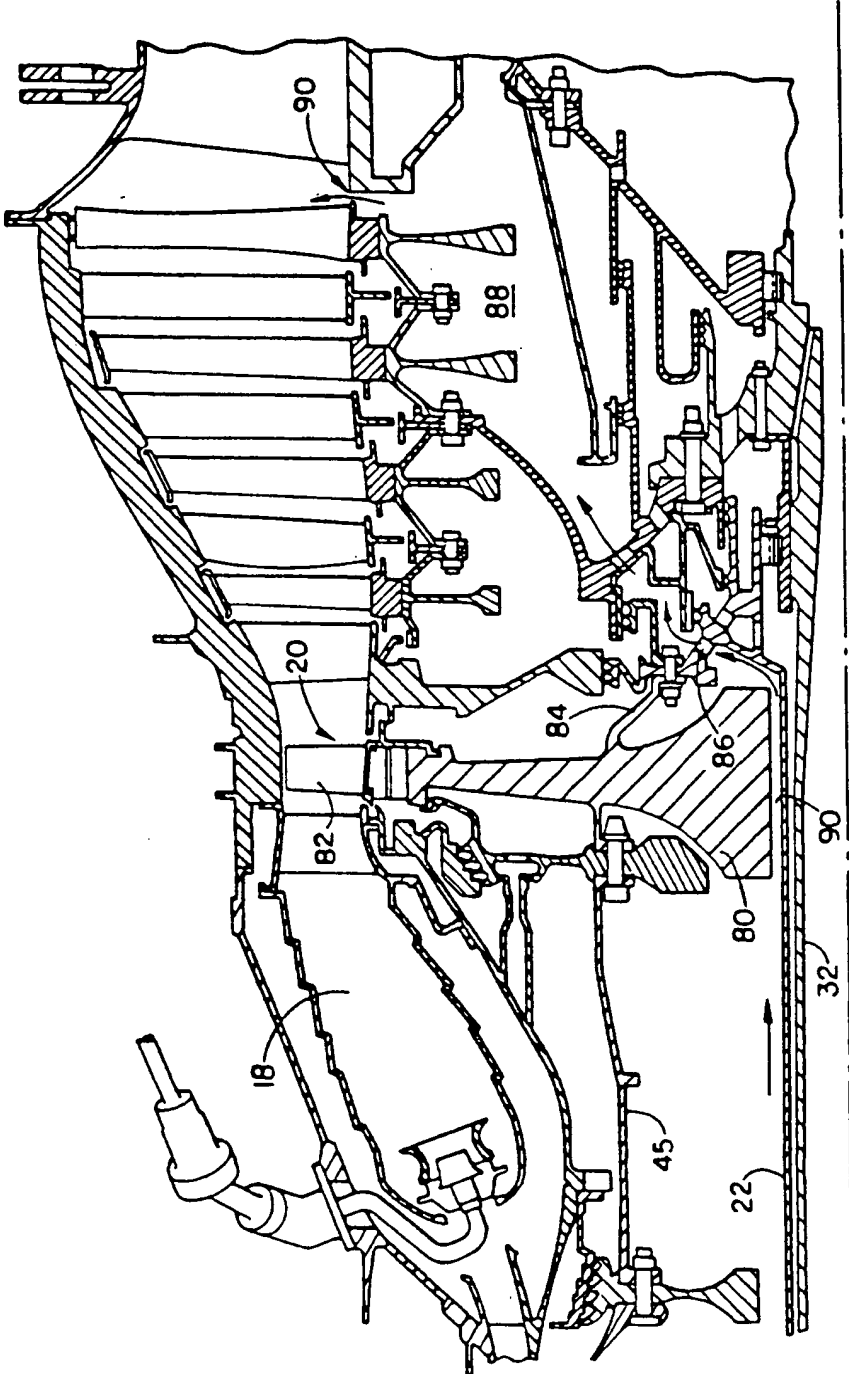


FIG. 3